

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-83761

(P2002-83761A)

(43)公開日 平成14年3月22日(2002.3.22)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 2 1 5 F 0 4 6
G 0 3 F 7/20	5 2 1	H 0 1 L 21/30	5 1 4 C
			5 0 2 R
			5 0 2 G
			5 1 5 F
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 12 頁)			

(21)出願番号 特願2000-273733(P2000-273733)

(22)出願日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 長谷川 雅宣

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 100086287

弁理士 伊東 哲也

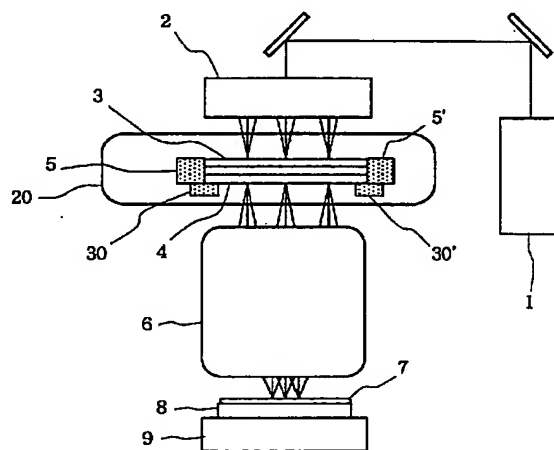
Fターム(参考) 5F046 AA28 BA04 BA05 CB12 CB17  
DA06

(54)【発明の名称】 露光装置及び露光方法

(57)【要約】

【課題】 既存の露光装置の解像限界を越えた解像力を既存の露光装置製造技術で製造した露光装置により達成する。

【解決手段】 照射履歴を実質的に有さない特性のレジストを用いて微細パターンを形成するために、第1マスク3と第2マスク4を相対的に走査する機構5、5'と、該第1マスク3及び第2マスク4の相対位置を高精度に検出する位置検出手段であるアライメント/フォーカス計測装置30、30'と、このアライメント/フォーカス計測装置30、30'の出力に基づいて該第1マスク3及び第2マスク4の相対位置を高精度に制御する制御手段とを有し、走査する機構5、5'は、第1マスク3を第2マスク4に対して2次的に走査する。



BEST AVAILABLE COPY

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照射履歴を実質的に有さない特性のレジストを用いて微細パターンを形成する露光装置において、第 1 マスクと第 2 マスクを相対的に走査する機構と、該第 1 マスク及び第 2 マスクの相対位置を高精度に検出する位置検出手段と、該位置検出手段の出力に基づいて該第 1 マスク及び第 2 マスクの相対位置を高精度に制御する制御手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記第 1 マスクを固定し、前記第 2 マスクを該第 1 マスクに対して相対的に走査する機構を有することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記第 2 マスクを固定し、前記第 1 マスクを該第 2 マスクに対して相対的に走査する機構を有することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記第 1 マスクの基本格子配列の方向が前記第 2 マスクの走査方向と所定角度ずらせてあることを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 5】 前記第 1 マスクの基本格子配列の方向が該第 1 マスクの走査方向と所定角度ずらせてあることを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 6】 前記第 1 マスクはレンズアレイから成り、前記第 2 マスクは露光パターンが描画されている原版であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の露光装置。

【請求項 7】 サーモレジストを用いてマスク上の微細パターンを転写露光する露光方法において、マスクの部分的な照明を、該サーモレジストの熱拡散に必要な時間よりも十分長い時間を置いて、領域移動させながら順次実行することを特徴とする露光方法。

【請求項 8】 請求項 1～6 に記載の露光装置または請求項 7 に記載の露光方法のいずれかを用いて半導体デバイスを製造することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 9】 請求項 1～6 のいずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項 10】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することを特徴とする請求項 9 に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項 11】 前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデー

2

タ通信して生産管理を行うことを特徴とする請求項 10 に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項 12】 請求項 1～6 のいずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも 1 台に関する情報をデータ通信することを可能にしたことを特徴とする半導体製造工場。

【請求項 13】 半導体製造工場に設置された請求項 1～6 のいずれかに記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【請求項 14】 請求項 1～6 のいずれかに記載の露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にしたことを特徴とする露光装置。

【請求項 15】 前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることを特徴とする請求項 14 に記載の露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置及び露光方法に関し、特に微細な回路パターンで感光基板上を露光し、例えば IC、LSI 等の半導体チップ、液晶パネル等の表示素子、磁気ヘッド等の検出素子、CCD 等の撮像素子といった各種デバイスの製造に用いられる際に好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、IC、LSI、液晶パネル等のデバイスをフォトリソグラフィ技術を用いて製造するときには、フォトマスクまたはレチクル等（以下、「マスク」と記す。）の面上に形成した回路パターンを投影光学系によってフォトリソレジスト等が塗布されたシリコンウエハまたはガラスプレート等（以下、「ウエハ」と記す。）の感光基板上に投影し、そこに転写する（露光する）投影露光方法及び投影露光装置が使用されている。

3

【0003】近年、上記デバイスの高集積化に対応して、ウエハに転写するパターンの微細化、即ち高解像度化とウエハにおける1チップの面積化とが要求されている。従ってウエハに対する微細加工技術の中心を成す上記投影露光方法及び投影露光装置においても、現在、 $0.5\mu\text{m}$ 以下の寸法（線幅）の像（回路パターン像）を広範囲に形成するべく、解像度の向上と露光面積の拡大が計られている。

【0004】従来の投影露光装置の模式図を図12に示す。図12中、191は遠紫外線露光用の光源であるエキシマレーザ、192は照明光学系、193は照明光学系192から照射される照明光、194はマスク、195はマスク194から出て光学系（投影光学系）196に入射する物体側露光光、196は縮小型の投影光学系、197は投影光学系196から出て基板198に入射する像側露光光、198は感光基板であるウエハ、199は感光基板を保持する基板ステージを示す。

【0005】エキシマレーザ191から出射したレーザ光は、引き回し光学系190a、190bによって照明光学系192に導光され、照明光学系192により所定の光強度分布、配光分布、開き角（開口数NA）等を持つ照明光193となるように調整され、マスク194を照明する。マスク194にはウエハ198上に形成する微細パターンを投影光学系196の投影倍率の逆数倍（例えば2倍や4倍や5倍）した寸法のパターンがクロム等によって石英基板上に形成されており、照明光193はマスク194の微細パターンによって透過回折され、物体側露光光195となる。投影光学系196は、物体側露光光195を、マスク194の微細パターンを上記投影倍率で且つ充分小さな収差でウエハ198上に結像する像側露光光197に変換する。像側露光光197は図12の一点鎖線内の拡大図において示されるように、所定の開口数NA（ $=\sin\theta$ ）でウエハ198上に収束し、ウエハ198上に微細パターンの像を結ぶ。基板ステージ199は、ウエハ198の互いに異なる複数の領域（ショット領域：1個または複数のチップとなる領域）に順次、微細パターンを形成する場合に、投影光学系の像平面に沿ってステップ移動することによりウエハ198の投影光学系196に対する位置を変えている。

【0006】現在主流となりつつある上記のエキシマレーザを光源とする投影露光装置は高い投影解像力を有しているが、例えば $0.15\mu\text{m}$ 以下のパターン像を形成することが技術的に困難である。

【0007】投影光学系196は、露光（に用いる）波長に起因する光学的な解像度と焦点深度との間のトレードオフによる解像度の限界がある。投影露光装置による解像パターンの解像度Rと焦点深度DOFは、次の

（1）式と（2）式の如きレーリーの式によって表される。

4

$$R = k_1 \times (\lambda / \text{NA}) \cdots (1)$$

$$\text{DOF} = k_2 \times (\lambda / \text{NA}^2) \cdots (2)$$

ここで、 $\lambda$ は露光波長、NAは投影光学系196の明るさを表す像側の開口数、 $k_1$ 、 $k_2$ はウエハ198の現像プロセス特性等によって決まる定数であり、通常0.5～0.7程度の値である。この（1）式と（2）式から、解像度Rを小さい値とする高解像度化には開口数NAを大きくする「高NA化」がある。しかしながら、実際の露光では投影光学系196の焦点深度DOFを所定値以上確保する必要があるため、高NA化をある程度以上に進めることが難しく、この為、高解像度化には結局、露光波長 $\lambda$ を小さくする「短波長化」が必要となることが分かる。

【0008】ところが露光波長の短波長化を進めていくと重大な問題が発生してくる。それは投影光学系196を構成するレンズの硝材がなくなってしまうことである。殆どの硝材の透過率は遠紫外線領域では0に近く、特別な製造方法を用いて露光装置用（露光波長約248nm）に製造された硝材として熔融石英が現存するが、この熔融石英の透過率も波長193nm以下の露光波長に対しては急激に低下する。線幅 $0.15\mu\text{m}$ 以下の微細パターンに対応する露光波長150nm以下の領域では実用的な硝材の開発は非常に困難である。また遠紫外線領域で使用される硝材は、透過率以外にも、耐久性、屈折率均一性、光学的歪み及び加工性等の複数条件を満たす必要があり、このことから、実用的な硝材の存在が危ぶまれている。

【0009】このように従来の投影露光方法及び投影露光装置では、ウエハ上に線幅 $0.15\mu\text{m}$ 以下のパターンを形成する為には150nm程度以下まで露光波長の短波長化が必要である。これに対し、現在のところ、この波長領域では実用的な硝材が存在しないので、ウエハに線幅 $0.15\mu\text{m}$ 以下のパターンを形成することができなかった。

【0010】米国特許第5415835号公報は2光束干渉露光によって微細パターンを形成する技術を開示しており、この2光束干渉露光によれば、ウエハに線幅 $0.15\mu\text{m}$ 以下のパターンを形成することができる。

【0011】2光束干渉露光の原理を図13を用いて説明する。2光束干渉露光は、レーザ151からの可干渉性を有し且つ平行光線束であるレーザ光L151をハーフミラー152によってレーザ光L151a、L151bの2光束に分割し、分割した2光束を夫々平面ミラー153a、153bによって反射することにより2個のレーザ光（可干渉性の平行光線束）を0より大きく90度未満のある角度を成してウエハ154面上で交差させることにより交差部分に干涉縞を形成している。この干涉縞（の光強度分布）によってウエハ154を露光して感光させることで、干涉縞の光強度分布に応じた微細な周期パターンをウエハ154に形成するものである。

5

【0012】2光束L151a, L151bがウエハ154面に立てた垂線に対して互いに逆方向に同じ角度だけ傾いた状態でウエハ面で交差する場合、この2光束干渉露光における解像度Rは次の(3)式で表される。

$$R = \lambda / (4 \sin \theta)$$

$$= \lambda / 4 NA$$

$$= 0.25 (\lambda / NA) \cdots (3)$$

ここで、RはL&S(ライン・アンド・スペース)の夫々の幅、即ち干渉縞の明部と暗部の夫々の幅を示している。また、 $\theta$ は2光束の夫々の像面に対する入射角度(絶対値)を表し、 $NA = \sin \theta$ である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上記議論は光学的な結像による理論的な限界を示唆するものであり、仮に $NA = 0.7$ 、 $\lambda = 157 \text{ nm}$ の光源(F2エキシマレーザ)及び $k_1 = 0.25$ を達成する理想結像系が実現できたとしても $60 \text{ nm}$ が限界である。半導体はこのような装置限界を凌駕してさらに微細化する方向に進んでおり、製造コストを適正な価格で抑え、さらなる微細化を推進するには新たな露光方式の開発が必要になっている。

【0014】本発明は、既存の露光装置の解像限界を越えた解像力を既存の露光装置製造技術で製造したサーモレジスト露光装置により達成することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、照射履歴を実質的に有さない特性のレジストを用いて微細パターンを形成する露光装置において、第1マスクと第2マスクを相対的に走査する機構と、該第1マスク及び第2マスクの相対位置を高精度に検出する位置検出手段と、該位置検出手段の出力に基づいて該第1マスク及び第2マスクの相対位置を高精度に制御する制御手段とを有することを特徴とする。

【0016】また、本発明は、サーモレジストを用いてマスク上の微細パターンを転写露光する露光方法において、マスクの部分的な照明を、該サーモレジストの熱拡散に必要な時間よりも十分長い時間を置いて、領域移動させながら順次実行することを特徴としてもよい。

【0017】

【発明の実施の形態】近年、デジタル高品位印刷の分野でメモリ効果のないサーモレジスト(Thermoresist)を用いた高解像プロセスが広まりつつある。例えば、コダック社はKodak Polychrome、アグファ社はAgfa Thermotar(いずれも商標名)というサーモレジストプロセスを用いた印刷技術を開発している。このレジストと従来のレジストを用いた際の差異を図8に示す。(a)は従来のフォトリソ(Photolithography)にマスクmの像を投影した場合、(b)はサーモレジストにマスクmの像を投影した場合を示す。

【0018】(a)では像面に波長オーダーで近接した

6

開口 $k_1$ ,  $k_2$ の像、 $e_1$ ,  $e_2$ が形成されるが、振幅を加算すると、 $e_3$ のように解像せず、レジストが感光する閾値をTとすると、 $p_1$ のように繋がった感光領域が形成される。また、従来のフォトリソはメモリ性があるため、 $k_1$ ,  $k_2$ を別時刻に照明しても同じ結果となる。

【0019】一方、サーモレジストでは開口 $k_1$ ,  $k_2$ を別時刻に照明する。まず、開口 $k_1$ により像 $e_4$ が形成され、所定の温度(閾値温度)に達した領域 $p_2$ が解像する。従来のレジストでは、単位面積当たりに投射する光量Tが所定の閾値を越えた領域に対して解像するが、サーモレジストの場合、照射された結果、レジストが所定の温度 $T'$ 以上に熱せられた領域 $p_2$ が感光する。次に開口 $k_2$ を照明、像 $e_5$ を形成する。このとき、像 $e_4$ の形成時刻と像 $e_5$ の形成時刻が時間的に異なっていた場合、露光 $e_4$ の影響はレジストの熱拡散によってなくなり、 $e_5$ を一回露光した場合と近似的に同じ状態となる。すなわち、干渉効果によって開口 $k_1$ ,  $k_2$ の像が繋がることはなく、近接した開口 $k_1$ ,  $k_2$ を、孤立した開口 $k_1$ ,  $k_2$ を解像するのと同じ解像力でパターンを形成できる。その結果、サーモレジストはフォトリソの2倍以上の解像力が達成可能である。

【0020】本発明はレジスト剤を上述したサーモレジストのような照射履歴を実質的に有さないものとしてその特性を最大限に引き出し、高解像力を達成する露光装置、あるいは走査型露光装置を提供するものである。尚、本明細書の中で使用される「サーモレジスト」とは所定温度になると化学反応を起こし、それ以下の温度では反応を起こさないタイプのレジストをいうものとする。

【0021】本発明の実施の形態としては、前記第1マスクを固定し、前記第2マスクを該第1マスクに対して相対的に走査する機構を有することを特徴としてもよく、前記第2マスクを固定し、前記第1マスクを該第2マスクに対して相対的に走査する機構を有することを特徴としてもよく、前記第1マスクの基本格子配列の方向が前記第2マスクの走査方向と所定角度ずらせてあることを特徴としてもよく、前記第1マスクの基本格子配列の方向が該第1マスクの走査方向と所定角度ずらせてあることを特徴としてもよい。

【0022】本発明は、マイクロレンズアレイから成る第1マスクと、該レンズ群の焦平面に配置され、露光パターンが描画されている原版としての第2マスクを相対的に走査し、第2マスクの像を投影レンズを介して、サーモレジストが塗布されたウエハ面上に像を投影する露光装置であってもよい。

【0023】また、本発明は、上記露光装置または露光方法のいずれかを用いて半導体デバイスを製造すること、を特徴とする半導体デバイス製造方法にも適用することができ、上記いずれかの露光装置を含む各種プロセス用

7

の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法も含み、前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することを特徴としてもよく、前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介して

アクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことを特徴としてもよい。  
【0024】また、本発明は、上記いずれかの露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にしたことを特徴とする半導体製造工場にも適用することができ、上記いずれかの露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴としてもよい。

【0025】また、本発明は、上記いずれかに記載の露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にしたことを特徴としてもよく、前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることが好ましい。

【0026】

【実施例】図1は本発明の第1の実施例に係る露光装置の概念図を示す。1は遠紫外、あるいは真空紫外の波長領域で発振する光源装置、2は照明光学系、20はマスク部、6は投影レンズ、7はサーモレジストを塗布したウエハ、8はウエハチャック、9はステージである。マスク部20は、要素3、4、5、5'等から構成され、3は第1マスクであるピンホールアレイ、4は第2マ

8

スクであり、転写すべき回路パターンが描画されている原版としてのパターンマスク、5、5'はマスク3、4を相対的に駆動するための走査機構を構成する駆動部である。マスク3としてはガラス上にCrのピンホールアレイを構成した通常のバイナリマスクを用いても良いが、照明光の利用効率が大幅に低下してしまうのを防ぐため、図4に示したようなレンズアレイ14を用いるのが好ましい。このようなレンズアレイ14(素子)をマスクとして用いれば、吸収による損失を除く100%近い光を第2のマスクの照明光として用いることができる。

【0027】サーモレジストを利用した露光装置の最小パターンのピッチPは照明光によって熱せられたレジストの熱が十分拡散するのに必要な時間 $\Delta$ とマスク3、4の相対走査速度Vから規定され、 $P > \Delta \cdot V$ の関係がある。これより小さなPだと第1の開口の照射の影響が第2の開口の照射に影響を及ぼすことになり、回折による影響を受け、分解能が低下する。エキシマレーザのパルス長が10~20nsであり、第1マスク3と第2マスク4の相対走査速度を1m/secとすると露光系の分解能は10~20nmとなる。

【0028】マスクの駆動の方式は露光装置の種類によってもいくつかのバリエーションが考えられる。図1はステッパに適用した例を示し、図5(a)に示したように第1マスク3を第2マスク4に対して2次元的に走査する。その際の走査方法は、例えば図9に示したような方式が考えられる。B1、B2、B3は第1マスク3上に形成されたマイクロレンズL1、L2、L3による集光点である。第1マスク3を第2マスク4に対して相対的に走査する範囲は前記マイクロレンズと同じ領域となる。図9の右部には走査法の一例が図示してある。走査速度にむらがあったり、走査位置再現性が悪いと、露光量むらとなり、解像力が低下し、パターンディストーションの原因となる。狭い走査範囲を高速で2次元走査するには、2軸のピエゾステージを使う方法がある。但し、ピエゾはヒステリシスがあり、位置ドリフトが発生するので、その位置を制御するにはアライメント機構が必要となる。

【0029】また、第1マスク3と第2マスク4の距離が変わると第1マスク3のマイクロレンズによって第2マスク4上に形成されるスポットがデフォーカスし、解像力が変化してしまう、といった問題が生じる。図10はこれを示したグラフであり、P1がフォーカス状態のビームプロファイル、P2がデフォーカス時のビームプロファイルである。サーモレジストではある一定の光量閾値Thを越えた領域が感光するので、フォーカス状態でR1の解像力があったものが、デフォーカスによってR2に低下してしまう。走査中のデフォーカスは線幅むらに繋がるので走査中のフォーカス制御もサーモレジスト露光では重要な技術となる。

【0030】このように近接した2枚の平行平板の3次元的な相対位置制御を高精度に行う技術として本出願人らが特開平5-243118号公報で開示したアライメント技術がある。図7はその原理図である。図7において、マスク面上の位置ずれ検出用のAAマークM1とウエハ面上のマークW1とが対応し、マスク面上のAAマークM2とウエハ面上のマークW2とが対応しており、各々のAAマークM1、M2に入射した2つの光束28の各マークによる2つの回折光26-1、26-2は位置ずれに対応してAAラインセンサ面上を移動するように設定されている。また、AFマークM1、M3に入射した2つの光束28のウエハ面上で反射しAFマークM2、M4より出射した2つの回折光27-1、27-2は面間隔に対応してAFラインセンサ面上を移動するように設定されている。各入射光28は光源から放射された共通の1つのビームの中の光線を用いている。

【0031】この技術は256M以降の半導体露光装置のアライメント仕様を満たすべく開発されており、0.01 $\mu$ m以下の分解能を有する。よってこのようなサーモレジストを用いた100nm以下のリソグラフィ露光装置には好適な技術である。図1の30、30'、図2の31、31'、図3の32、32'は、両マスク3、4の相対位置を検出する位置検出手段としての例えばこのようなアライメント/フォーカス計測装置であり、該装置のアライメント/フォーカス信号に基づいて第1マスク3と第2マスク4の走査範囲を不図示の機構によって制御する。このような機構があつて初めて、均一な露光量と均一な解像力を達成したサーモレジスト露光が達成される。

【0032】図2は本発明の第2の実施例に係る走査型露光装置としてサーモレジスト用に改良した装置の概念図である。第2マスク4とサーモレジストを塗布したウエハ7は通常のスクヤナ型露光装置と同じく縮小転写倍率の逆数倍の速度比で互いに逆方向に走査される。サーモレジスト露光をする為に、第1マスク3が第2マスク4の上に所定の間隔をアライメント/フォーカス装置31、31'によって保たれる。この場合、第2マスク4が走査機構11、11'によって走査されるので、第1マスク3は走査する必要はない(図5(c)参照)。その際、第1マスク3の格子配列方向は図6(a)、(b)で示すように走査方向に対して斜めになっているのが望ましい。配列方向が走査方向と一致していた場合、スポットとスポットの間の領域が露光されなくなってしまうからである。走査方向に対し十分な角度を持ち、同一走査ライン上の露光スポット数が十分多ければライン露光でも照度均一化という観点からは十分な平均化効果が見込まれるため、走査型露光はサーモレジスト露光にとっては有利なシステムであると言える。この場合、図6(a)に示すように、第1マスク15は最初から格子を斜めに作製しても良いし、あるいは図6(b)

に示すように直交配列のレンズアレイマスク16を露光領域17より大きめに作製し、所定角度だけ回転配置させて用いても良い。

【0033】図3は本発明の第3の実施例として斜め格子マスクをステッパに適用した例である。走査の方式としては、図5(b)に示すように、第1マスク3が走査機構12、12'によって走査され、第2マスク4が固定されるタイプになる。図1に示したタイプと比べ、第1マスク3の寸法が大きくなり、走査範囲が広くなるという難点はあるが、格子パターンの直線走査による照度の均一化効果という観点からは図1の装置よりも有利である。

【0034】図11の上のグラフは閾値と解像力の関係を説明するための図である。同じ光量でもレジストの感光する閾値が $th1$ 、 $th2$ のように異なっていれば、解像する線幅は $r1$ 、 $r2$ のように変化する。また、レジストの閾値が同じならば、露光量が変化するとやはり解像力は変化する。図11(b)、(c)はそのときの露光強度分布を模擬的に示したもので、(a)はマスクパターン、(b)は閾値の設定が不十分なときの露光強度分布、(c)は閾値が適切に制御されたときの露光強度分布である。以上のようにサーモレジスト露光を実施する際は、レジスト感度、露光量、フォーカス位置を制御し、解像度を厳密にモニタしながら露光することが重要である。

【0035】本発明は特にステッパ、スクヤナと呼ばれる半導体露光装置に適用した例について言及したが、本発明の概念は液晶露光装置をはじめとするその他一般の露光システムに対して広く適用可能なことは言うまでもない。又、レジストについては、照射履歴を実質的に有さない特性のレジスト一般に適用可能である。

【0036】(半導体生産システムの実施例)次に、本発明に係る装置を用いた半導体デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

【0037】図14は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダ(装置供給メーカ)の事業所である。製造装置の実例としては、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器(露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等)や後工程用機器(組立て装置、検査装置等)を想定している。事業所101内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム108、複数の操作端末コンピュータ110、これらを結

11

んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク（LAN）109を備える。ホスト管理システム108は、LAN109を事業所の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

【0038】一方、102～104は、製造装置のユーザとしての半導体製造メカの製造工場である。製造工場102～104は、互いに異なるメカに属する工場であっても良いし、同一のメカに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場102～104内には、夫々、複数の製造装置106と、それらを結んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク（LAN）111と、各製造装置106の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム107とが設けられている。各工場102～104に設けられたホスト管理システム107は、各工場内のLAN111を工場の外部ネットワークであるインターネット105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN111からインターネット105を介してベンダ101側のホスト管理システム108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム108のセキュリティ機能によって限られたユーザだけにアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット105を介して、各製造装置106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダ側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダ側から受け取ることができる。各工場102～104とベンダ101との間のデータ通信および各工場内のLAN111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダが提供するものに限らずユーザがデータベースを構築して外部ネットワーク上に置き、ユーザの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

【0039】さて、図15は本実施形態の全体システムを図14とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれぞれが製造装置を備えた複数のユーザ工場と、該製造装置のベンダの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装

12

置のそれぞれのベンダの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、201は製造装置ユーザ（半導体デバイス製造メカ）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置202、レジスト処理装置203、成膜処理装置204が導入されている。なお図15では製造工場201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム205で製造ラインの稼動管理がされている。

【0040】一方、露光装置メカ210、レジスト処理装置メカ220、成膜装置メカ230などベンダ（装置供給メカ）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行うためのホスト管理システム211、221、231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム205と、各装置のベンダの管理システム211、221、231とは、外部ネットワーク200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼動が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダからインターネット200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができる。

【0041】半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図16に一例を示す様な画面のユーザインタフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種401、シリアルナンバー402、トラブルの件名403、発生日404、緊急度405、症状406、対処法407、経過408等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザインタフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能410～412を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフト



13

ウェアを引出したり、工場のオペレータの参考に供する操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。ここで、保守データベースが提供する保守情報には、上記説明した本発明に関する情報も含まれ、また前記ソフトウェアライブラリは本発明を実現するための最新のソフトウェアも提供する。

【0042】次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図17は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

【0043】図18は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能であり、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

【0044】

14

【発明の効果】本発明による露光装置は、露光光源の短波長化に頼ることなく、そのときに現存する露光装置製造技術を用いて、一世代以上先の解像力の露光装置を提供できるという効果がある。特に157nm以下の波長のリソグラフィにおいては、高透過率の硝材開発から始まって、エキシマレーザの狭帯域化や新規カタディオ系の設計等開発費の負荷が非常に大きく産業界の利益構造そのものを圧迫しつつあるが、現存するArF露光装置を製作する技術で157nm以下の波長を用いた場合と同等以下の解像力が得られることは産業的な視点においても非常に有益な技術である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る露光装置の要部概略図である。

【図2】 本発明の第2の実施例に係る露光装置の要部概略図である。

【図3】 本発明の第3の実施例に係る露光装置の要部概略図である。

【図4】 本発明の実施例に係る露光装置のマスク部の拡大図である。

【図5】 本発明の実施例に係る露光装置の第1マスク及び第2マスクの相対走査方法の例を示す図である。

【図6】 第1マスクの例を示す図である。

【図7】 フォーカス／アライメント計測装置の原理図である。

【図8】 サーモレジスト露光の原理図である。

【図9】 スポット走査例を示す図である。

【図10】 フォーカスと解像力の関係説明図である。

【図11】 閾値と解像力の関係説明図である。

【図12】 従来の露光装置の要部概略図である。

【図13】 2光束干渉露光の原理図である。

【図14】 本発明に係る装置を用いた半導体デバイスの生産システムをある角度から見た概念図である。

【図15】 本発明に係る装置を用いた半導体デバイスの生産システムを別の角度から見た概念図である。

【図16】 ユーザインタフェースの具体例である。

【図17】 デバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

【図18】 ウエハプロセスを説明する図である。

【符号の説明】

1：光源装置、2：照明光学系、3：第1マスク、4：第2マスク、5、5'：マスク保持部及び走査機構、6：投影レンズ、7：ウエハ、8：ウエハチャック、9：ステージ、10、10'：マスク保持部、11、11'、12、12'：マスク保持部及び走査機構、13、13'：マスク保持部、14：レンズアレイ、15、16：第1マスク、17：マスクブランクス、20、21、22：マスク部、30、30'、31、31'、32、32'：アライメント／フォーカス計測装置、101：ベンダの事業所、102、103、10



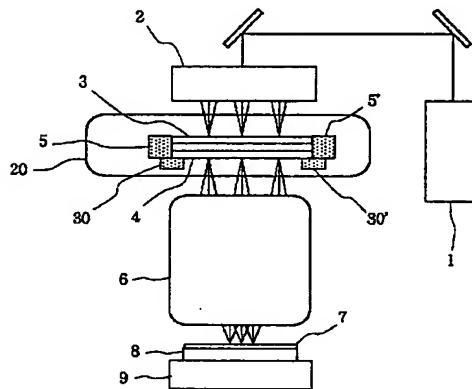
15

4：製造工場、105：インターネット、106：製造装置、107：工場のホスト管理システム、108：ベンダ側のホスト管理システム、109：ベンダ側のローカルエリアネットワーク（LAN）、110：操作端末コンピュータ、111：工場のローカルエリアネットワーク（LAN）、200：外部ネットワーク、201：製造装置ユーザの製造工場、202：露光装置、203：レジスト処理装置、204：成膜処理装置、205：工場のホスト管理システム、206：工場のローカルエリアネットワーク（LAN）、210：露光装置メ

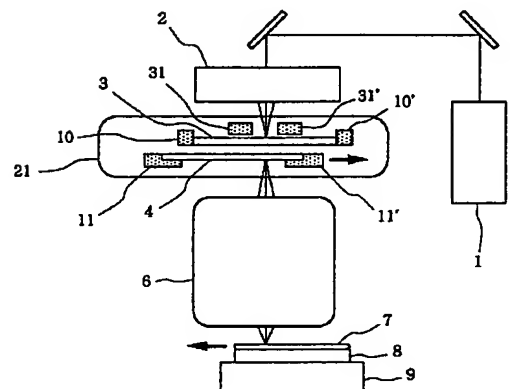
16

\*ーカ、211：露光装置メーカーの事業所のホスト管理システム、220：レジスト処理装置メーカー、221：レジスト処理装置メーカーの事業所のホスト管理システム、230：成膜装置メーカー、231：成膜装置メーカーの事業所のホスト管理システム、401：製造装置の機種、402：シリアルナンバー、403：トラブルの件名、404：発生日、405：緊急度、406：症状、407：対処法、408：経過、410、411、412：ハイパーリンク機能。

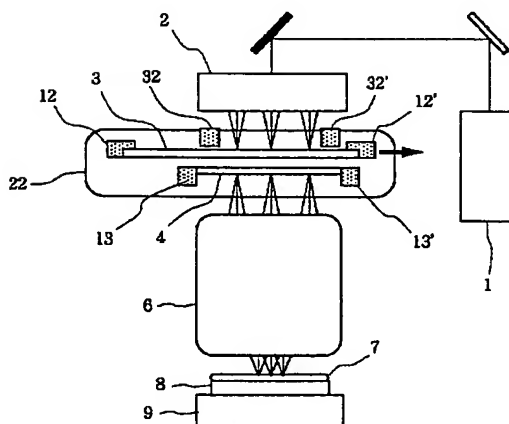
【図1】



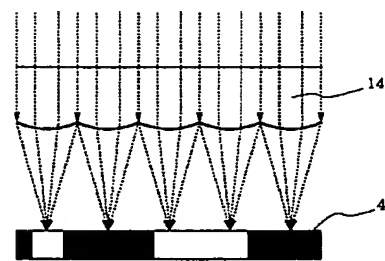
【図2】



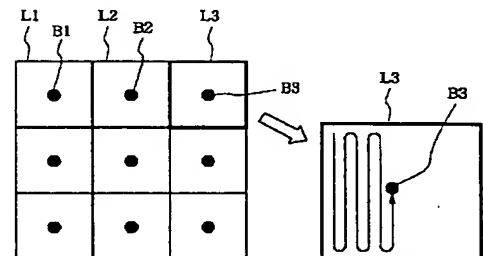
【図3】



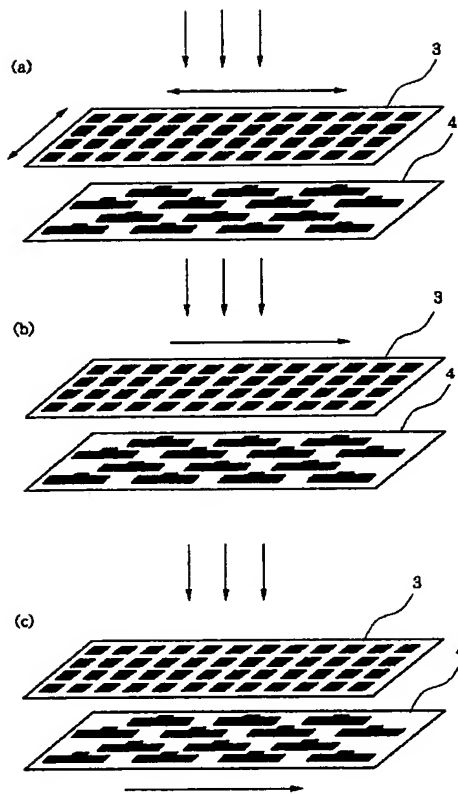
【図4】



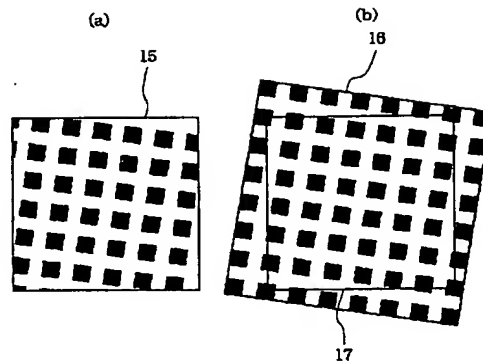
【図9】



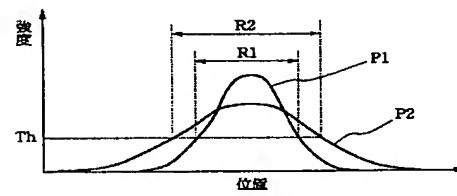
【図5】



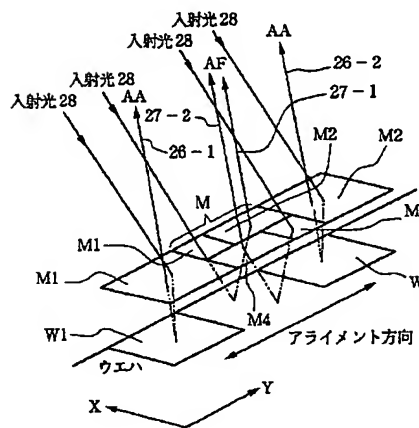
【図6】



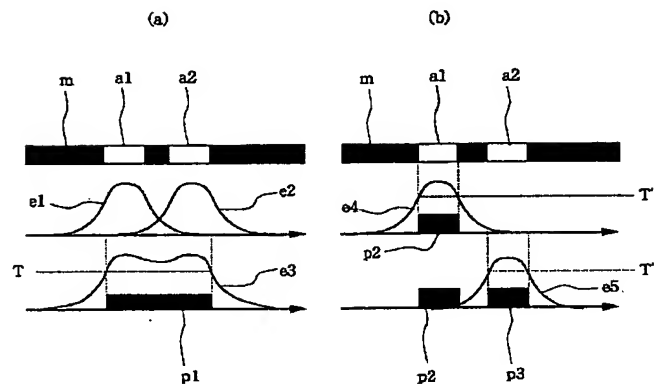
【図10】



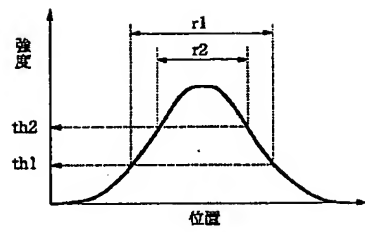
【図7】



【図8】



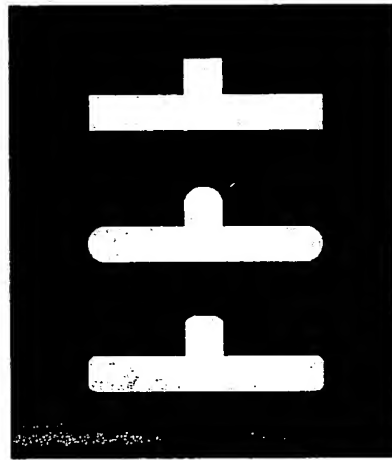
【図11】



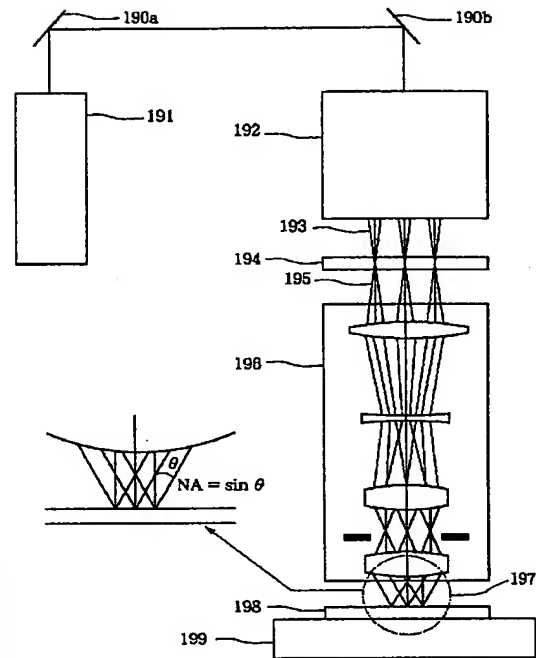
(a)

(b)

(c)



【図12】



【図16】

URL <http://www.maintain.co.jp/db/input.html>

トラブルDB入力画面

発生日 2000/3/15 404

機種 \*\*\*\*\* 401

件名 動作不良 (立上時エラー) 403

機器S/N 486NS4580001 402

緊急度 D 405

症状 電源投入後LEDが点滅し続ける 406

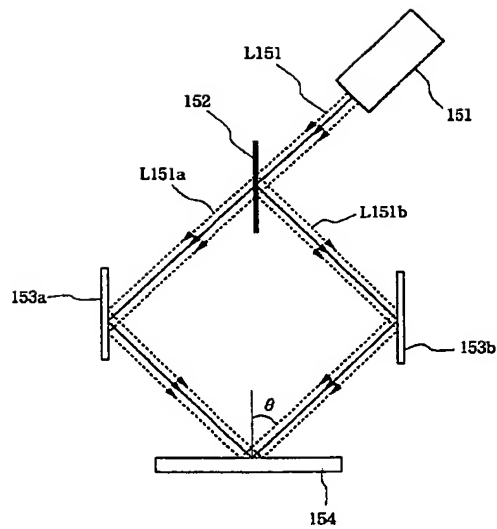
対処法 電源再投入 (起動時に赤ボタンを押下) 407

経過 暫定対処済み 408

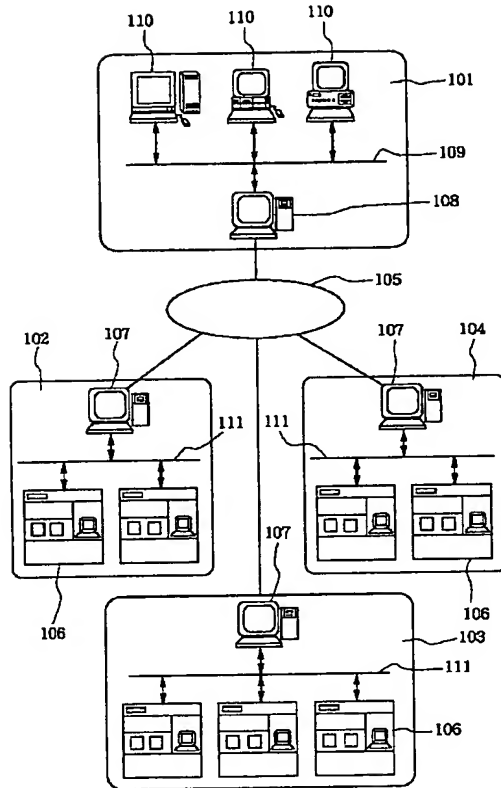
送る リセット 410

結果一覧データベースへのリンク ソフトウェアライブラリ 411 操作ガイド 412

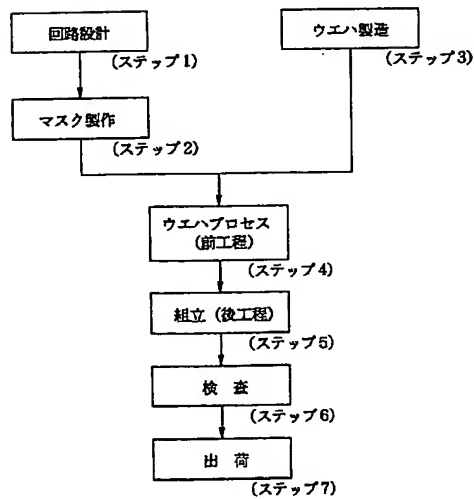
【図13】



【図14】

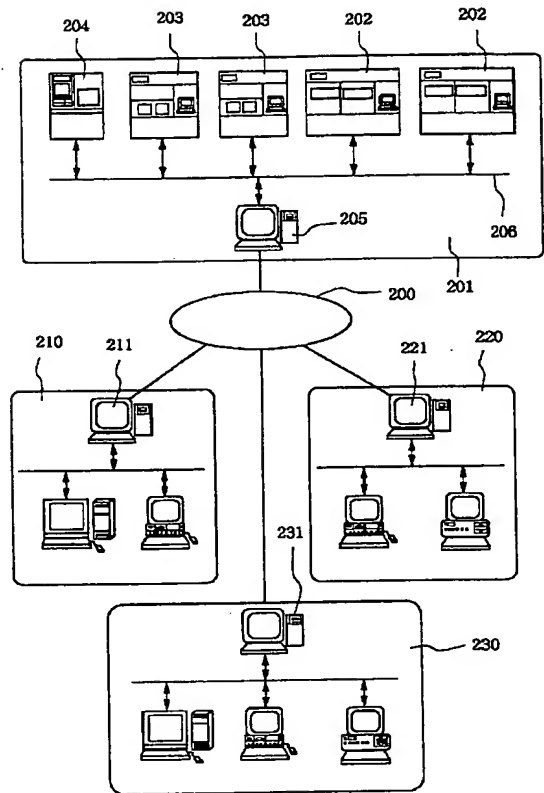


【図17】

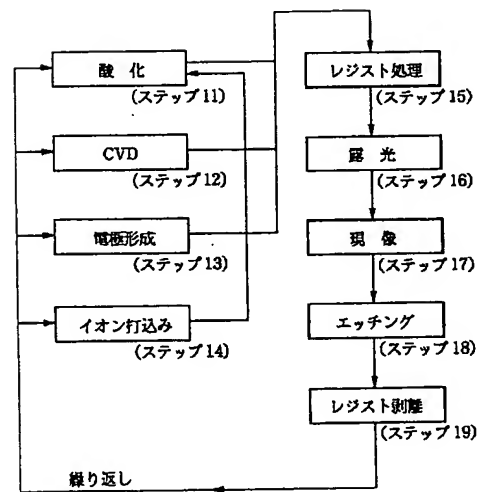


半導体デバイス製造フロー

【図15】



【図18】



ウエハプロセス

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**